

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 3 6 4 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 6 3 6 4 4]

出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康





【書類名】 特許願

【整理番号】 N020961

【提出日】 平成15年 3月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02P 6/08

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 中村 晃司

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 吉村 聡史

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 野村 学

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100071135

 【住所又は居所】 名古屋市中区栄四丁目 6 番 1 5 号 名古屋あおば生命ビ
ル

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐藤 強

 【電話番号】 052-251-2707

【選任した代理人】

 【識別番号】 100119769

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小川 清

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 008925**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9200169**【包括委任状番号】** 0217337**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 モータへの通電経路に介在する半導体スイッチング素子と、
所定の PWM 周波数を持つ PWM 信号を生成する PWM 制御手段と、

前記半導体スイッチング素子を複数の駆動状態でスイッチング動作させることができ、指令された駆動状態の下で前記 PWM 信号に従って前記半導体スイッチング素子を PWM 駆動する駆動回路と、

前記半導体スイッチング素子の温度が所定のしきい値を超えて過熱状態となったことまたは当該過熱状態となる蓋然性が高い状態となったことを条件として過熱状態検出信号を出力する過熱状態検出手段と、

前記過熱状態検出信号の出力期間における前記半導体スイッチング素子の立ち上がり時間および立ち下がり時間が、前記過熱状態検出信号の非出力期間における前記半導体スイッチング素子の立ち上がり時間および立ち下がり時間よりも短くなるように、前記駆動回路に対し前記半導体スイッチング素子の駆動状態を指令する駆動制御手段とを備えていることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 2】 前記駆動制御手段は、前記過熱状態検出信号の出力期間における PWM 周波数が、前記過熱状態検出信号の非出力期間における PWM 周波数よりも低くなるように、前記 PWM 制御手段を制御することを特徴とする請求項 1 記載のモータ駆動装置。

【請求項 3】 前記駆動回路は、前記駆動制御手段からの指令に基づいて、前記半導体スイッチング素子のゲートに繋がるゲート抵抗の抵抗値又はベースに繋がるベース抵抗の抵抗値を変化させるように構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のモータ駆動装置。

【請求項 4】 前記過熱状態検出手段は、前記半導体スイッチング素子の温度を検出する温度検出手段を備え、その検出温度が前記しきい値を超えている期間、前記過熱状態検出信号を出力するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れかに記載のモータ駆動装置。

【請求項 5】 前記過熱状態検出手段は、前記半導体スイッチング素子に流

れる電流を検出する電流検出手段を備え、その検出電流が所定のしきい値を超えている期間、前記過熱状態検出信号を出力するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 の何れかに記載のモータ駆動装置。

【請求項 6】 前記過熱状態検出手段は、前記モータに印加するための電源電圧を検出する電源電圧検出手段を備え、その検出電源電圧が所定のしきい値を超えている期間、前記過熱状態検出信号を出力するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 の何れかに記載のモータ駆動装置。

【請求項 7】 前記過熱状態検出手段は、PWM 駆動のデューティ比が所定のしきい値を超えている期間、前記過熱状態検出信号を出力するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れかに記載のモータ駆動装置。

【請求項 8】 前記過熱状態検出手段は、前記過熱状態検出信号の出力判定に用いる 2 つのしきい値を有し、ヒステリシス特性を持たせた過熱状態検出信号を出力するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 7 の何れかに記載のモータ駆動装置。

【請求項 9】 前記 PWM 制御手段は、前記モータに印加される電圧を検出するモータ電圧検出手段を備え、指令されたモータ電圧と検出されたモータ電圧とに基づいて前記 PWM 信号のデューティ比を決定するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 の何れかに記載のモータ駆動装置。

【請求項 10】 前記モータは、自動車用冷却システムにおける熱交換器の送風用ファンモータであることを特徴とする請求項 1 ないし 9 の何れかに記載のモータ駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体スイッチング素子を PWM 駆動することによりモータ印加電圧を制御するモータ駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

特許文献 1 には、スイッチングロスを低減するために、平滑した直流電源電圧

の値、交流電動機の回転速度や一次電気角周波数もしくは供給する出力電圧の大きさや出力電圧または出力電流の周波数の値に応じてスイッチング周波数を可変する交流電動機の制御方法が記載されている。特許文献2には、過電流時にスイッチング周波数を下げるように制御するDC-DCコンバータが記載されている。特許文献3には、電力損失が最小になるように、負荷状態が軽くなるに従ってPWM制御手段の発振周波数を連続的に低下させるスイッチング電源装置が記載されている。

【0003】**【特許文献1】**

特開平8-37789号公報

【0004】**【特許文献2】**

特開平10-229674号公報

【0005】**【特許文献3】**

特開2001-161065号公報

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

例えば、半導体スイッチング素子をPWM駆動することにより車両に搭載されたファンモータに所望の電圧を供給するファンモータ駆動装置において、当該駆動装置の雰囲気温度が異常に高くなったり、ファンモータの負荷トルクが異常に増大すると、半導体スイッチング素子が過熱する。半導体スイッチング素子をこの過熱状態から保護するため、従来は、温度検出センサや電流検出センサからの信号に基づいてスイッチング素子をオフしたり、PWMのデューティ比を低減するなどの手段が採られてきた。

【0007】

しかしながら、スイッチング素子をオフすると、ファンモータが完全に停止して冷却風がゼロになってしまう。また、PWMのデューティ比を低減しても、ファンモータの回転速度が低下して十分な冷却風が得られない。その結果、冷却対

象物が過熱したり、乗員の不快感を招くなどの二次的な被害が発生する。すなわち、ファンモータは、指令された通りの出力で運転を継続することが強く要請されるものである。

【0008】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的は、モータの回転速度に影響を及ぼすことなく半導体スイッチング素子の過熱を防止できあるいは過熱状態から復帰できるモータ駆動装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載した手段によれば、駆動回路が、PWM制御手段で生成されたPWM信号に従って半導体スイッチング素子をPWM駆動すると、そのPWMデューティに応じた電圧がモータに印加されてモータが回転駆動する。この場合、過熱状態検出手段は、半導体スイッチング素子の温度が所定のしきい値を超えて過熱状態となった場合または当該過熱状態となる蓋然性が高い状態となった場合に過熱状態検出信号を出力する。

【0010】

駆動回路は、半導体スイッチング素子を複数の駆動状態でスイッチング動作させることができるようになっており、駆動制御手段は、過熱状態検出信号が出力された場合、半導体スイッチング素子の立ち上がり時間および立ち下がり時間が短くなるように駆動回路の駆動状態を制御する。これにより、過熱状態検出信号が出力されている期間、スイッチングノイズが増えることはあるものの半導体スイッチング素子のスイッチング損失を低減でき、半導体スイッチング素子を過熱状態から非過熱状態に復帰させること、あるいは過熱状態となることを未然に防止することができる。本手段によれば、モータの回転速度を極力指令値通りに維持した状態で半導体スイッチング素子の損失を低減することができるので、回転速度の低下に伴う二次的な問題が発生しにくいという利点がある。

【0011】

請求項2に記載した手段によれば、駆動制御手段は、過熱状態検出信号が出力されるとPWM周波数を下げるようにPWM制御手段を制御するので、半導体ス

スイッチング素子のスイッチング損失を一層低減できる。また、例えば車両に搭載されたモータを駆動する場合、PWM周波数を下げることによりラジオ周波数への妨害が低減するので、半導体スイッチング素子の立ち上がり時間および立ち下がり時間を短くしたことにより増加するノイズを抑制する効果を期待できる。

【0012】

請求項3に記載した手段によれば、駆動回路は、半導体スイッチング素子のゲートに繋がるゲート抵抗の抵抗値又はベースに繋がるベース抵抗の抵抗値を変化させることにより、半導体スイッチング素子の立ち上がり時間および立ち下がり時間を変えることができる。

【0013】

請求項4に記載した手段によれば、温度検出手段により半導体スイッチング素子の温度を検出し、その検出温度がしきい値を超えている期間、過熱状態検出信号が出力される。

【0014】

請求項5に記載した手段によれば、過熱状態検出手段は、電流検出手段を用いて半導体スイッチング素子に流れる電流を検出し、その検出電流がしきい値を超えている期間、過熱状態検出信号を出力する。その結果、半導体スイッチング素子が過熱状態に移行する蓋然性の高い過熱前段階において半導体スイッチング素子の損失を低減でき、過熱状態への移行を未然に防止することができる。

【0015】

請求項6に記載した手段によれば、過熱状態検出手段は、電源電圧検出手段を用いてモータに印加するための電源電圧を検出し、その検出電源電圧がしきい値を超えている期間、過熱状態検出信号を出力する。一般に、電源電圧が高いほど半導体スイッチング素子の損失が増大する傾向がある。上記手段により、半導体スイッチング素子が過熱状態に移行する蓋然性の高い過熱前段階において半導体スイッチング素子の損失を低減でき、過熱状態への移行を未然に防止することができる。

【0016】

請求項7に記載した手段によれば、過熱状態検出手段は、PWM駆動のデュー

ティ比がしきい値を超えている期間、過熱状態検出信号を出力する。デューティ比が大きいほどモータ印加電圧、モータ電流が増えて、半導体スイッチング素子の損失が増大する。本手段により、半導体スイッチング素子が過熱状態に移行する蓋然性の高い過熱前段階において半導体スイッチング素子の損失を低減でき、過熱状態への移行を未然に防止することができる。

【0017】

請求項8に記載した手段によれば、過熱状態検出手段は、ヒステリシス特性を持った過熱状態検出信号を出力するので、駆動回路において半導体スイッチング素子の駆動状態が頻繁に切り替えられることがなくなり、より安定した駆動が可能になる。

【0018】

請求項9に記載した手段によれば、モータ電圧検出手段によりモータ電圧が検出され、PWM制御手段は、その検出されたモータ電圧が指令されたモータ電圧と一致するようにフィードバック制御を行う。これにより、電源電圧が変動しても、モータに対し指令通りの電圧を印加できる。

【0019】

請求項10に記載した手段によれば、ファンの送風能力を維持した状態で半導体スイッチング素子の損失を低減することができるので、自動車用冷却システムにおける熱交換器の冷却効果低下による二次的な問題が発生しにくいという利点がある。

【0020】

【発明の実施の形態】

（第1の実施形態）

以下、本発明の第1の実施形態について図1ないし図3を参照しながら説明する。

図1は、モータ駆動装置の電氣的構成を示している。このモータ駆動装置1は、自動車用冷却システムにおける熱交換器の送風用ファンモータ2（以下、モータ2と称す）を駆動するもので、バッテリー3から端子1a、1bに与えられるバッテリー電圧を電源電圧VBとして動作するようになっている。また、端子1cに

は、エンジン ECU 4 (Electronic Control Unit) から指令信号 S a が与えられるようになっている。この指令信号 S a は、モータ 2 に印加すべき電圧に応じたデジタルデータまたはアナログ電圧の信号である。

【0021】

上記 ECU 4 は、燃料噴射制御、点火時期制御、アイドル回転速度制御などエンジンに関する複数の制御を集中的に制御するものである。図示しないが、ECU 4 は、エンジン冷却水の温度信号、エンジン動力をエアコンのコンプレッサに伝達するマグネットクラッチのオンオフ信号、エアコンの冷媒の圧力上昇を示す冷媒高圧信号などを入力しており、これらの信号を用いてエンジン制御およびモータ 2 の回転制御を行うようになっている。

【0022】

モータ駆動装置 1 の内部にはセラミック基板と平滑回路 5 とが収容されており、そのセラミック基板には IC 6、Nチャネル型 MOS トランジスタ 7 (半導体スイッチング素子に相当)、還流用のダイオード 8 およびスナバ用のコンデンサ 9 が搭載されている。セラミック基板を用いるのは、IC 6 と MOS トランジスタ 7 との熱結合を密な状態とするためである。

【0023】

端子 1 d と 1 e はモータ接続端子であり、このうち端子 1 d はモータ駆動装置 1 の内部において端子 1 a と接続されている。また、端子 1 f はパワー系のグラウンド端子であって、端子 1 e、1 f にはそれぞれ MOS トランジスタ 7 のドレイン、ソースが接続されている。MOS トランジスタ 7 には、図示極性を持つ寄生ダイオード 7 a が並列に接続されている。

【0024】

モータ駆動装置 1 の内部において、端子 1 e と 1 d との間には、図示極性のダイオード 8 と平滑回路 5 とが直列に接続されている。ダイオード 8 にはコンデンサ 9 が並列接続されている。平滑回路 5 は、リアクトル 10 と電解コンデンサ 11、12 とからなる π 型フィルタの構成を備えている。これら平滑回路 5 とコンデンサ 9 は、MOS トランジスタ 7 のスイッチング時に生じるノイズを吸収する機能を有している。

【0025】

IC6は、指令信号Saを処理する入力信号処理回路13、PWM信号Scを生成するPWM制御回路14、MOSトランジスタ7を駆動する駆動回路15、MOSトランジスタ7の過熱状態などを検出する過熱検出回路16、およびPWM周波数と駆動回路15の駆動状態を制御する駆動制御回路17を有している。各回路の構成は以下のようにになっている。

【0026】

入力信号処理回路13は、ECU4からシリアル通信により送信されてくるデジタルデータ（指令信号Sa）を受信して、指令モータ電圧Vrを生成するようになっている。また、指令信号Saがアナログ電圧により送られてくる場合には、レベル変換等により指令モータ電圧Vrを生成するようになっている。

【0027】

PWM制御回路14（PWM制御手段に相当）は、モータ2に印加されるモータ電圧Vmが指令モータ電圧Vrと一致するようにPWM信号ScのPWMデューティを制御するフィードバック制御回路である。すなわち、モータ電圧検出回路18（モータ電圧検出手段に相当）は、端子1d（端子1a）と端子1eとの間の電圧に基づいてモータ電圧Vmを検出し、減算器19は、指令モータ電圧Vrとモータ電圧Vmとの減算電圧である電圧偏差を出力するようになっている。この電圧偏差は積分器20を通してコンパレータ22の一方の入力端子に入力され、そのコンパレータ22の他方の入力端子には三角波発生回路21から出力される三角波信号が入力されるようになっている。

【0028】

その三角波発生回路21は、内部に設けられたCR充放電回路における抵抗値（または容量値）に応じた周波数を持つ三角波信号を生成するものである。そして、駆動制御回路17から与えられる切替信号SdがLレベルの場合には19kHzの周波数を持つ三角波信号を出力し、切替信号SdがHレベルの場合には5kHzの周波数を持つ三角波信号を出力するようになっている。

【0029】

駆動回路15は、PWM信号Scを入力としてMOSトランジスタ7にゲート

電圧 V_g を出力する回路であり、プッシュプル回路 23、ゲート抵抗 24、25 およびスイッチ回路 26 から構成されている。このうちプッシュプル回路 23 は、トランジスタ 27、28、抵抗 29、30 およびダイオード 31、32 から構成されており、トランジスタ 27 と 28 の共通接続されたエミッタを出力ノード N_p としている。

【0030】

この出力ノード N_p と MOS トランジスタ 7 のゲートに繋がる IC 6 の端子との間には、抵抗 24 が接続されている。また、この抵抗 24 と並列に、抵抗 25 とスイッチ回路 26 との直列回路が接続されている。スイッチ回路 26 は、例えばトランジスタから構成されており、駆動制御回路 17 から与えられる切替信号 S_e が L レベルの場合にはオフし、切替信号 S_e が H レベルの場合にはオンするようになっている。

【0031】

過熱検出回路 16（過熱状態検出手段に相当）は、MOS トランジスタ 7 の温度が実際にしきい値を超えて過熱状態となっている場合、または MOS トランジスタ 7 に過大な電流が流れており現在は過熱状態でなくても近い将来において過熱状態となる蓋然性が高い場合に、過熱状態検出信号 S_b を L レベル（正常状態）から H レベル（過熱状態）にするものである。

【0032】

すなわち、IC 6 の内部には、検出温度 T に応じた電圧 V_a を出力する温度センサ 33（温度検出手段に相当）が設けられており、その温度センサ 33 は、直接的には当該 IC 6 の温度 T を検出するようになっている。しかし、上述したように IC 6 と MOS トランジスタ 7 とはセラミック基板を介して密に熱結合されており、温度センサ 33 は、実質的には MOS トランジスタ 7 の温度 T を検出することができるようになっている。なお、温度センサは、IC 6 の外部であって MOS トランジスタ 7 に近接して設けてもよい。また、MOS トランジスタ 7 に内蔵されていてもよい。

【0033】

コンパレータ 34 の非反転入力端子には上記電圧 V_a が入力され、反転入力端

子にはしきい値電圧 V_{a1} または V_{a2} が入力されている。しきい値電圧 V_{a1} 、 V_{a2} は、それぞれ温度 T_1 、 T_2 （ただし $T_1 > T_2$ ）に相当する電圧である。コンパレータ 34 は、その出力が L レベル（過熱非検出状態）の場合には電圧 V_a としきい値電圧 V_{a1} とを比較し、出力が H レベル（過熱検出状態）の場合には電圧 V_a としきい値電圧 V_{a2} とを比較するようになっている。これにより、ヒステリシスコンパレータが実現されている。

【0034】

一方、電流検出回路 35（電流検出手段に相当）は、PWM 信号 S_c に基づいて MOS トランジスタ 7 がオンしている時のドレイン・ソース間電圧 V_{DS} を検出することにより、MOS トランジスタ 7 に流れる電流に応じた電圧 V_c を出力するようになっている。

【0035】

コンパレータ 36 の非反転入力端子には上記電圧 V_c が入力され、反転入力端子にはしきい値電圧 V_{c1} 、 V_{c2} が入力されている。しきい値電圧 V_{c1} 、 V_{c2} は、それぞれ電流 I_1 、 I_2 （ただし $I_1 > I_2$ ）に相当する電圧である。コンパレータ 36 は、その出力が L レベル（過電流非検出状態）の場合には電圧 V_c としきい値電圧 V_{c1} とを比較し、出力が H レベル（過電流検出状態）の場合には電圧 V_c としきい値電圧 V_{c2} とを比較するようになっている。これにより、ヒステリシスコンパレータが実現されている。

【0036】

これらコンパレータ 34 と 36 の各出力信号は OR ゲート 37 に入力されており、この OR ゲート 37 の出力信号が過熱状態検出信号 S_b となる。駆動制御回路 17（駆動制御手段に相当）は、過熱状態検出信号 S_b が L レベル（正常状態）の場合に切替信号 S_d 、 S_e を L レベルとし、過熱状態検出信号 S_b が H レベル（過熱状態）の場合に切替信号 S_d 、 S_e を H レベルに制御するようになっている。

【0037】

次に、本実施形態の作用について図 2 および図 3 も参照しながら説明する。

モータ駆動装置 1 は、バッテリー 3 から電源電圧 V_B の供給を受けると、PWM

制御回路 14 により、ECU 4 から与えられた指令モータ電圧 V_r と検出したモータ電圧 V_m とが一致するように PWM 信号 S_c のデューティ比を制御する。そして、駆動回路 15 は、MOS トランジスタ 7 に対して、この PWM 信号 S_c に応じたゲート電圧 V_g を出力する。

【0038】

MOS トランジスタ 7 にはゲート容量 C_{gd} 、 C_{gs} が存在するため、プッシュプル回路 23 の電流駆動能力またはゲート抵抗（抵抗 24、25）の抵抗値によってその駆動状態が異なる。一般に、ゲート抵抗の抵抗値が小さいほどゲート容量 C_{gd} 、 C_{gs} の充放電時間が短くなるため、スイッチング時における MOS トランジスタ 7 の立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f は短くなる。従って、PWM 周波数が同じ場合には、ゲート抵抗の抵抗値が小さい方が、すなわちスイッチ回路 26 がオンしてゲート抵抗値が抵抗 24 と 25 の並列値となる場合の方がスイッチング損失が低減し、MOS トランジスタ 7 の温度上昇を抑えることができる。

【0039】

図 3 は、MOS トランジスタ 7 の立ち上がり時間 t_r （＝立ち下がり時間 t_f ）と当該 MOS トランジスタ 7 の上昇温度との関係を示した特性図である。図に 3 本描かれている特性線は、上から順に PWM 周波数が 19 kHz、15 kHz、10 kHz の場合である。測定は、電源電圧 V_B が 15.1 V、モータ 2 の定格容量が 120 W、モータ電圧 V_m が 9.6 V、モータ電流が 8 A の条件の下で行った。

【0040】

この図 3 から明らかなように、ゲート抵抗の抵抗値を小さく設定して立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f を短くすることにより、MOS トランジスタ 7 の温度上昇を低く抑えられることが分かる。また、この図 3 から、PWM 周波数が低いほどスイッチング損失が低減し、MOS トランジスタ 7 の温度上昇を低く抑えられることが分かる。図示していないが、PWM 周波数が 5 kHz の場合には、温度上昇はさらに抑制される。

【0041】

PWM周波数は、以下の4点に基づいて選定される。

(下限)

- ① モータ2のブラシ磨耗、モータ2の発熱、モータ2に流れる電流のリプル分に基づいて、モータ2のインダクタンス値と抵抗値とから決まる時定数(数kHz)以上にすることが好ましい。
- ② モータ2のインダクタンス成分による磁気音が聞こえないように、人の可聴周波数よりも高くすることが好ましい。

【0042】

(上限)

- ③ ラジオノイズの観点からできるだけ低くするのが好ましい。
- ④ MOSトランジスタ7の発熱面からできるだけ低くするのが好ましい。

【0043】

図2は、MOSトランジスタ7の温度 T の変化と電流 I の変化に対する各信号の変化を示している。(a)は、モータ電流 I が比較的大きく、周囲温度の上昇などにより温度 T がしきい値 T_1 を超えて過熱状態となった場合を示しており、(b)は、モータ2が一時的に過負荷状態となり、電流 I がしきい値 I_1 を超えて過電流状態となった場合を示している。

【0044】

まず図2(a)において、検出温度 T がしきい値 T_1 よりも低い期間(時刻 t_1 以前)では、コンパレータ34、36の出力信号はともにLレベルであって、過熱状態検出信号 S_b 、切替信号 S_d 、 S_e はLレベルとなっている。このため、PWM周波数は19kHzに設定され、駆動回路15におけるゲート抵抗は抵抗24のみとなる。その後、検出温度 T がしきい値 T_1 に達すると(時刻 t_1)、過熱状態検出信号 S_b 、切替信号 S_d 、 S_e はHレベルとなり、PWM周波数は5kHzに下げられ、駆動回路15におけるゲート抵抗は抵抗24と25の並列抵抗となる。

【0045】

その結果、立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f が短くなり、PWM周波数の低下と相俟って、スイッチング損失が減少し、MOSトランジスタ7の

温度上昇が抑えられる。すなわち、モータ駆動装置 1 は、過熱状態になっても直ちにモータ 2 を停止させたり回転速度を低下させることはせず、モータ電圧 V_m を極力指令モータ電圧 V_r に等しく制御して回転速度を維持したまま、MOS トランジスタ 7 を過熱状態から復帰させるように制御する。ただし、MOS トランジスタ 7 の温度 T がさらに上昇し続けるような場合にあっては、モータ 2 を停止させたり回転速度を低下させるように構成してもよい。その後、温度 T がしきい値 T_2 以下にまで低下すると、PWM 周波数は再び 19 kHz に設定され、駆動回路 15 におけるゲート抵抗は抵抗 24 のみとなる（時刻 t_2 ）。

【0046】

一方、図 2（b）において、モータ電流 I がしきい値 I_1 に達すると、温度 T がしきい値 T_1 に達していない場合であっても、過熱状態検出信号 S_b が H レベルとなり、PWM 周波数は 5 kHz に下げられ、駆動回路 15 におけるゲート抵抗は抵抗 24 と 25 の並列抵抗となる（時刻 t_3 ）。これは、電流 I がしきい値 I_1 以上となる状況では、現在は過熱状態でなくても今後過熱状態となる蓋然性が高いからである。すなわち、過熱状態を予測していることに等しい。その結果、スイッチング損失が減少し、MOS トランジスタ 7 の温度上昇が抑えられる。その後、電流 I がしきい値 I_2 以下にまで低下すると、PWM 周波数は再び 19 kHz に設定され、駆動回路 15 におけるゲート抵抗は抵抗 24 のみとなる（時刻 t_4 ）。

【0047】

以上説明したように、本実施形態のモータ駆動装置 1 は、MOS トランジスタ 7 の過熱状態を検出する過熱検出回路 16 を備え、MOS トランジスタ 7 が実際に過熱状態となった場合、または MOS トランジスタ 7 が過電流状態となった場合に、駆動回路 15 のゲート抵抗を減少させてスイッチング時の立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f を短くし、さらに PWM 周波数を低下させるように制御する。

【0048】

これにより、MOS トランジスタ 7 のスイッチング損失を低減でき、MOS トランジスタ 7 を過熱状態から非過熱状態に復帰させること、あるいは過熱状態と

なることを未然に防止することができる。そして、モータ 2 の印加電圧（回転速度）を極力指令値通りの電圧（指令回転速度）に維持できるので、モータ 2 の回転速度の低下に伴う二次的な問題例えば冷却システムの冷却能力低下が発生しにくいという利点がある。

【0049】

また、立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f を短くすると、スイッチング時のリングングが増加してスイッチングノイズ（ラジオノイズとなる）が増大することが懸念されるが、これと併せて PWM 周波数を下げているので、そのノイズの周波数帯をラジオの周波数帯からずらすことができ、ラジオノイズを極力抑えることができる。

【0050】

過熱検出回路 16 は、ヒステリシス特性を持った過熱状態検出信号 S_b を出力するので、駆動回路 15 のゲート抵抗および PWM 周波数が頻繁に切り替えられる現象（ハンチング現象）を抑制でき、安定した駆動が可能になる。

【0051】

PWM 制御回路 14 は、検出されたモータ電圧 V_m が指令されたモータ電圧 V_r と一致するようにフィードバック制御を行うので、電源電圧 V_B が変動しても、モータ 2 に対し指令通りの電圧を印加できる。

【0052】

（第 2 の実施形態）

次に、本発明の第 2 の実施形態について、モータ駆動装置の電氣的構成を示す図 4 を参照しながら説明する。図 4 において図 1 と同一構成部分には同一符号を付している。この図 4 に示すモータ駆動装置 38 は、図 1 に示したモータ駆動装置 1 に対し、過熱検出回路 39 の構成が異なっている。

【0053】

過熱検出回路 39 は、端子 1a に入力される電源電圧 V_B を分圧して検出する電源電圧検出回路 40（電源電圧検出手段に相当）を備えている。コンパレータ 36 の非反転入力端子には電源電圧 V_B に応じた電圧 V_b が入力され、反転入力端子にはしきい値電圧 V_{b1} 、 V_{b2} が入力されている。しきい値電圧 V_{b1} 、 V_{b2} は

、それぞれ電源電圧 V_{B1} 、 V_{B2} （ただし $V_{B1} > V_{B2}$ ）に相当する電圧である。なお、過電流保護のため、モータ駆動装置 38 に、MOS トランジスタ 7 に流れる電流を検出する電流検出回路を設けてもよい。

【0054】

一般に、電源電圧 V_B が高いほど MOS トランジスタ 7 のスイッチング損失が増大する傾向がある。本実施形態のモータ駆動装置 38 によれば、MOS トランジスタ 7 の過熱状態が検出された場合に加え、バッテリー 3 から供給される電源電圧 V_B がしきい値 V_{B1} 以上となった場合にも過熱状態検出信号 S_b が H レベルとなり、駆動回路 15 のゲート抵抗を減少させてスイッチング時の立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f を短くし、さらに PWM 周波数を低下させるように制御する。

【0055】

このように、MOS トランジスタ 7 が過熱状態に移行する蓋然性の高い過熱前段階において MOS トランジスタ 7 の損失が低減するので、電源電圧 V_B の上昇による過熱状態への移行を未然に防止することができる。その他、第 1 の実施形態と同様の作用、効果が得られる。

【0056】

（第 3 の実施形態）

図 5 は、本発明の第 3 の実施形態に係るモータ駆動装置の電氣的構成を示すもので、図 1 と同一構成部分には同一符号を付している。この図 5 に示すモータ駆動装置 41 は、図 1 に示したモータ駆動装置 1 に対し過熱検出回路 42 の構成が異なっている。すなわち、過熱検出回路 42 は、PWM 信号 S_c のデューティ比を検出するデューティ比検出回路 43 を備えている。コンパレータ 36 の非反転入力端子にはデューティ比に応じた電圧 V_d が入力され、反転入力端子にはしきい値電圧 V_{d1} 、 V_{d2} が入力されている。しきい値電圧 V_{d1} 、 V_{d2} は、それぞれデューティ比 D_1 、 D_2 （ただし $D_1 > D_2$ ）に相当する電圧である。なお、過電流保護のため、モータ駆動装置 41 に、MOS トランジスタ 7 に流れる電流を検出する電流検出回路を設けてもよい。

【0057】

一般に、デューティ比が高いほど負荷が大きくMOSトランジスタ7の損失が増大する傾向がある。このモータ駆動装置41によれば、MOSトランジスタ7の過熱状態が検出された場合に加え、PWM信号Scのデューティ比がしきい値D1以上となった場合にも過熱状態検出信号SbがHレベルとなり、駆動回路15のゲート抵抗を減少させてスイッチング時の立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f を短くし、さらにPWM周波数を低下させるように制御する。

【0058】

このように、MOSトランジスタ7が過熱状態に移行する蓋然性の高い過熱前段階においてMOSトランジスタ7の損失が低減するので、電源電圧VBの上昇による過熱状態への移行を未然に防止することができる。その他、第1の実施形態と同様の作用、効果が得られる。

【0059】

(その他の実施形態)

なお、本発明は上記し且つ図面に示す各実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のように変形または拡張が可能である。

立ち上がり時間 t_r および立ち下がり時間 t_f を制御するためにMOSトランジスタ7の駆動状態を変化させる手段としては、ゲート抵抗を変化させることその他、プッシュプル回路23の電流駆動能力を変化させたり、ゲート電圧を変化させるようにしてもよい。また、上記各実施形態では、駆動回路15の駆動状態をゲート抵抗24、25の接続形態により2段階に変化させたが、3段階以上に変化させてもよい。また、各実施形態において、PWM周波数を下げるための構成は必要に応じて付加すればよい。

【0060】

第1の実施形態では温度センサ33と電流検出回路35の何れか一方、第2の実施形態では温度センサ33と電源電圧検出回路40の何れか一方、第3の実施形態では温度センサ33とデューティ比検出回路43の何れか一方を備えた構成としてもよい。

【0061】

モータ電圧Vmを指令モータ電圧Vrと一致させるためのフィードバック制御

は、例えば電源電圧 V_B の変動が大きいなどの事情に応じて適宜行えばよい。

指令信号 S_a は、モータ電圧ではなく PWM 信号 S_c のデューティ比を直接指令してもよい。

第 3 の実施形態において、指令信号 S_a が PWM 信号 S_c のデューティ比を直接指令している場合には、その指令信号 S_a (デューティ比に応じた電圧に変換した信号) を直接コンパレータ 36 に入力すればよい。

半導体スイッチング素子は、MOS トランジスタに限らずバイポーラトランジスタなどであってもよい。

モータ 2 は、自動車用冷却システムにおける熱交換器の送風用ファンモータに限られない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態を示すモータ駆動装置の電氣的構成図

【図 2】 MOS トランジスタの温度変化および電流変化に対する各信号の変化を示す図

【図 3】 MOS トランジスタの立ち上がり時間、立ち下がり時間と上昇温度との関係を示す特性図

【図 4】 本発明の第 2 の実施形態を示す図 1 相当図

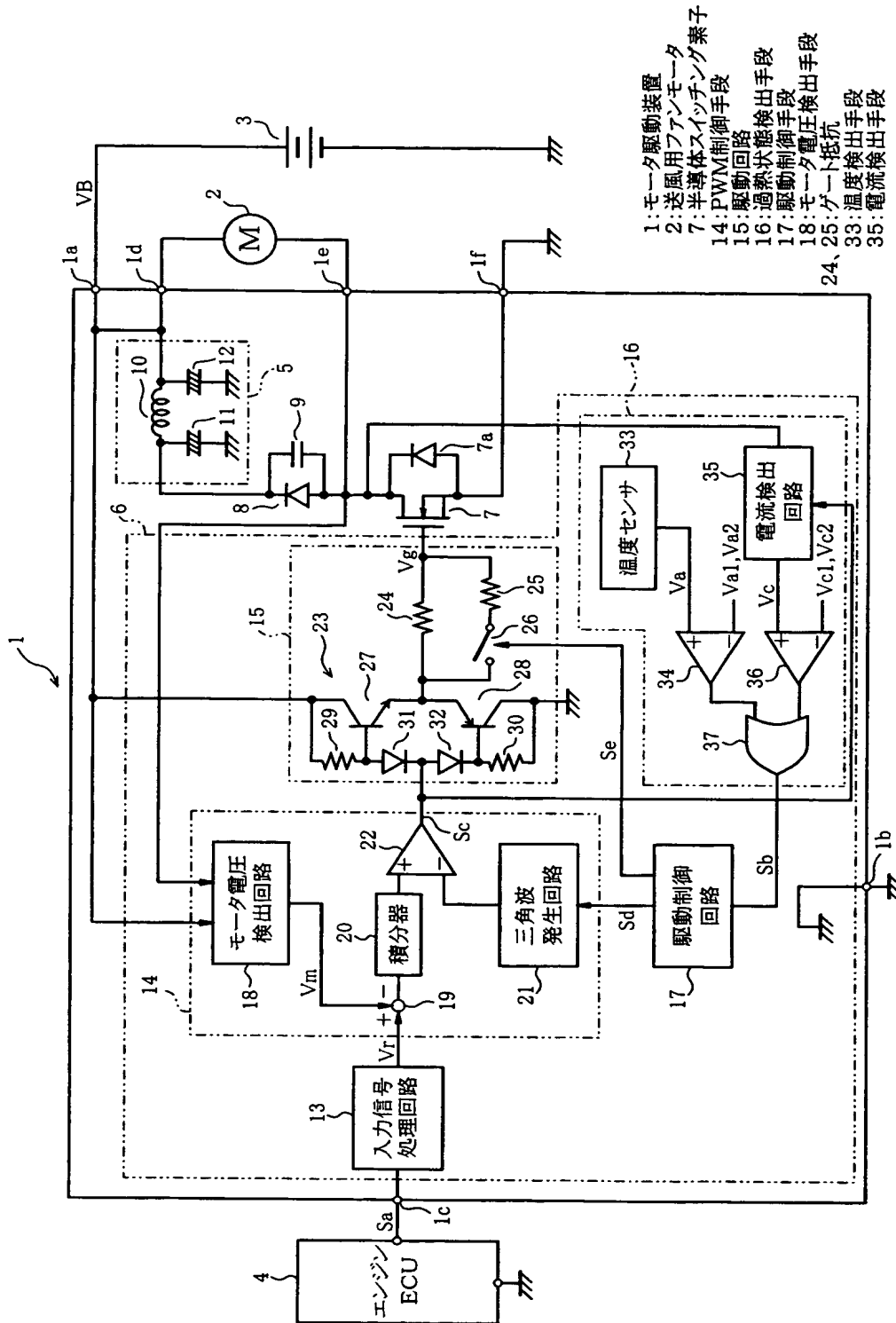
【図 5】 本発明の第 3 の実施形態を示す図 1 相当図

【符号の説明】

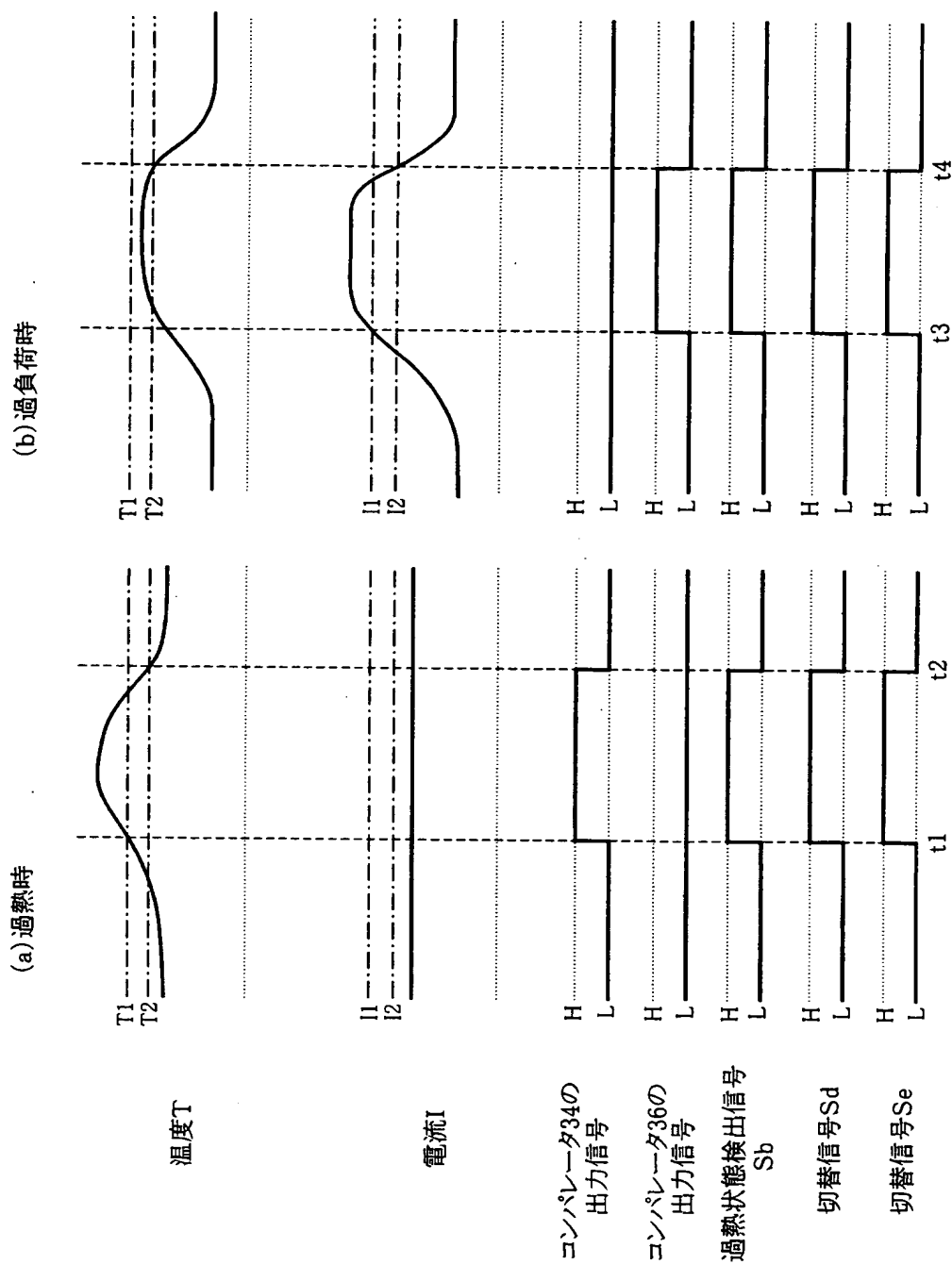
1、38、41 はモータ駆動装置、2 は送風用ファンモータ、7 は MOS トランジスタ (半導体スイッチング素子)、14 は PWM 制御回路 (PWM 制御手段)、15 は駆動回路、16、39、42 は過熱検出回路 (過熱状態検出手段)、17 は駆動制御回路 (駆動制御手段)、18 はモータ電圧検出回路 (モータ電圧検出手段)、24、25 はゲート抵抗、33 は温度センサ (温度検出手段)、35 は電流検出回路 (電流検出手段)、40 は電源電圧検出回路 (電源電圧検出手段) である。

【書類名】 図面

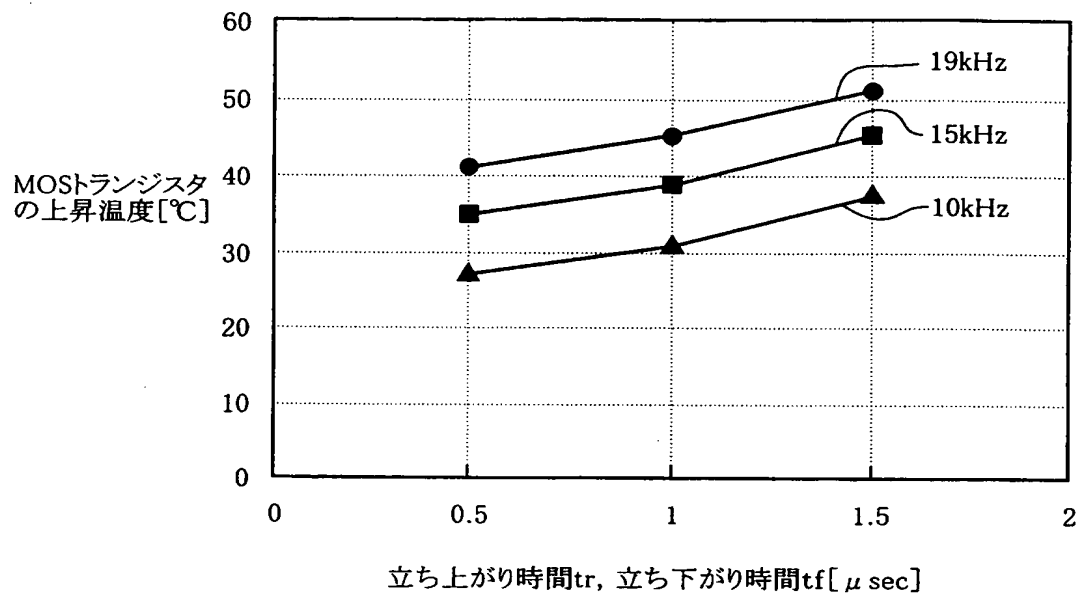
【図 1】



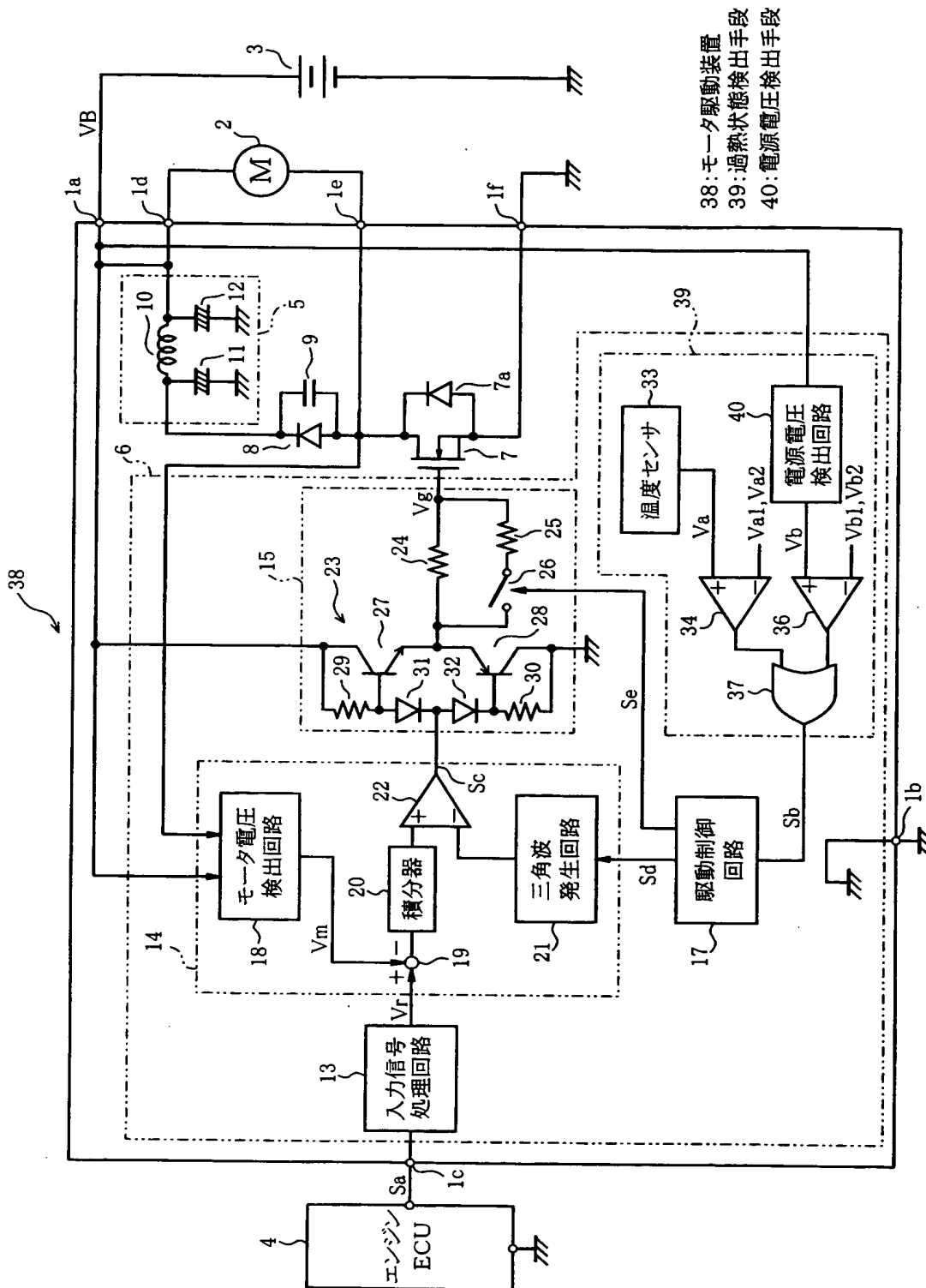
【図 2】



【図 3】

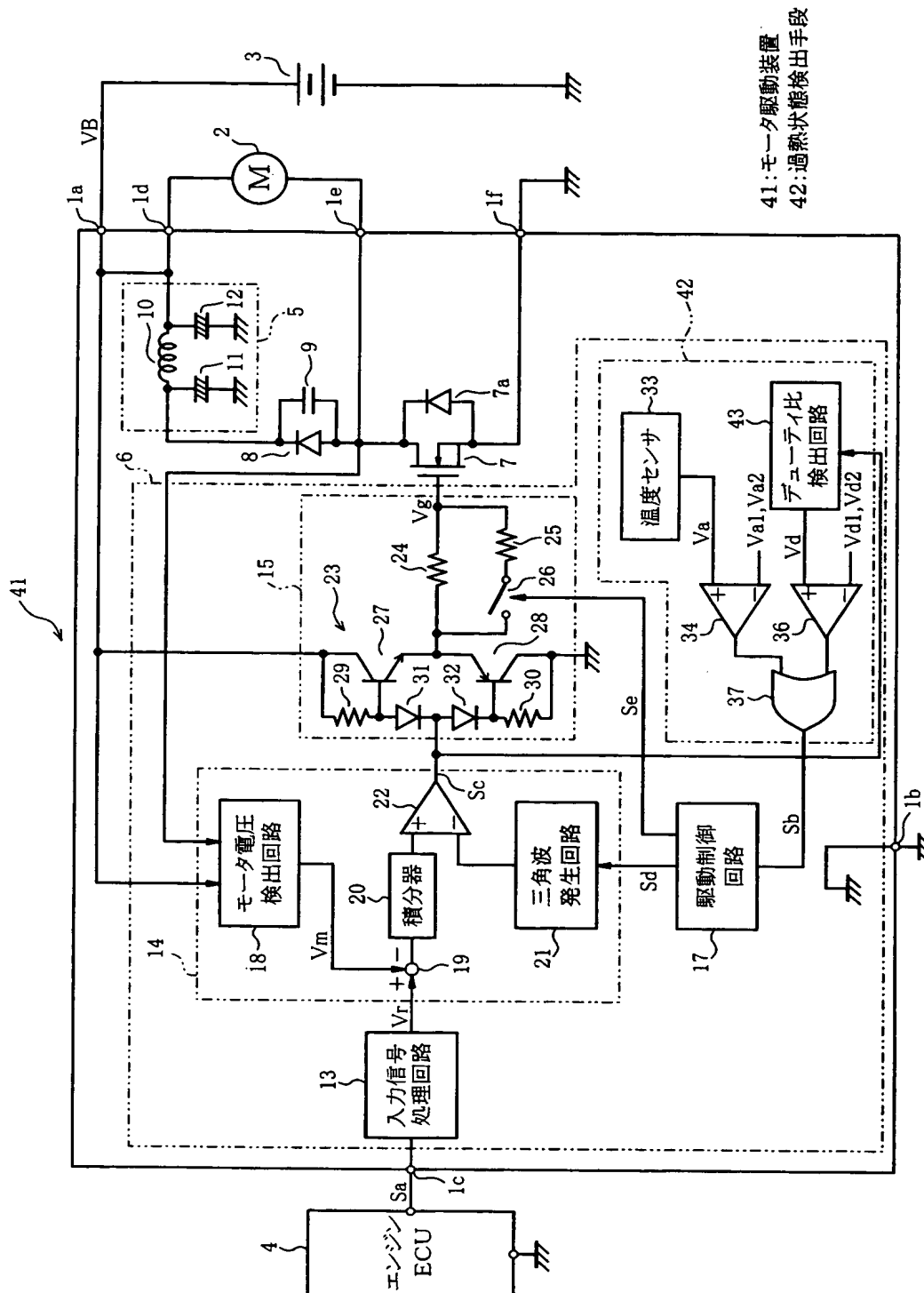


【図 4】



38: 毛一夕駆動装置
39: 過熱状態検出手段
40: 電源電圧検出手段

【図 5】



41: 千一タ駆動装置
42: 過熱狀態檢出手段

42:過熱狀態檢出手段

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 モータの回転速度に影響を及ぼすことなく半導体スイッチング素子の過熱を防止しあるいは過熱状態から復帰させる。

【解決手段】 温度センサ 3 3 は、MOS トランジスタ 7 の温度を検出し、電流検出回路 3 5 は、MOS トランジスタ 7 に流れる電流を検出する。検出温度に応じた電圧 V_a または検出電流に応じた電圧 V_c がしきい値以上に上昇すると、過熱状態検出信号 S_b さらには切替信号 S_d 、 S_e が H レベルになる。その結果、駆動回路 1 5 においてスイッチ回路 2 6 がオンしてゲート抵抗値が抵抗 2 4 と 2 5 の並列値となり、PWM 制御回路 1 4 において PWM 周波数が下げられる。これにより、モータ 2 を回転駆動した状態で、MOS トランジスタ 7 のスイッチング損失を低減できる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 6 3 6 4 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー